

REALIDAD VIRTUAL APLICADA AL ENTRENAMIENTO

Gustavo Boroni, Pablo Vagliati, Marcelo Vénere

{gboroni, jvagliat, venerem@exa.unicen.edu.ar}

PLADEMA-Universidad Nacional del Centro, Provincia de Buenos Aires

Pinto 399, 7000 Tandil

Tel./Fax: 02293-442202

RESUMEN

Se presentan los trabajos recientemente realizados en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) en el área de realidad virtual, orientados al desarrollo de simuladores para entrenamiento de personal. En particular se describen las experiencias en la implementación de un simulador de periscopio de submarino. El sistema consiste básicamente en un periscopio real al que se le ha incorporado un par de “lentes de realidad virtual” en reemplazo de las ópticas convencionales. Los distintos movimientos y controles disponibles en el periscopio son convertidos en señales digitales mediante un dispositivo diseñado especialmente y son ingresados a la computadora sobre la que se genera en tiempo real un modelo tridimensional del escenario que debería visualizarse en los lentes. Se describen las técnicas empleadas para modelar los distintos elementos relevantes para una correcta visualización y las optimizaciones necesarias para obtener una aplicación que funcione en tiempo real.

Palabras Claves: Realidad Virtual, Simulación, Computación Gráfica, Entrenamiento.

INTRODUCCION

El concepto realidad virtual ha estado en general asociado a experimentos con computadoras de alta performance vinculadas a dispositivos de I/O no-convencionales y más recientemente a la industria de los video-juegos. El ambiente científico-tecnológico no ha utilizado demasiado esta herramienta aún, pero el interés esta creciendo sensiblemente en los últimos tiempos. Una de las áreas donde ya se observa un impacto importante es el entrenamiento de operarios, donde una combinación de elementos de simulación computacional con técnicas de realidad virtual permite recrear ambientes y simular el comportamiento de maquinarias con un alto grado de realismo; o al menos con el grado de realismo suficiente como para que sea útil en un entrenamiento.

El mejor ejemplo de un simulador orientado a entrenamiento son los simuladores de vuelo, los cuales comenzaron a desarrollarse a finales de la década del '70. De hecho estos trabajos fueron los impulsores de buena parte de los desarrollos logrados en computación gráfica tridimensional. Sin embargo, por muchos años estos trabajos se mantuvieron circunscriptos a equipos de muy alta performance con abundantes implementaciones de software realizado directamente en hardware para optimizar en todo lo posible los tiempos de ejecución.

En la actualidad aplicaciones como estas pueden ser abordadas con equipos tipo PC a un costo marginal comparados con los simuladores de solo una década atrás, y no únicamente a causa del bajo costo de estos equipos, sino también por las facilidades disponibles hoy para el desarrollo de software, gracias a la aparición de herramientas como OpenGL o mejor aún VRML. A modo de ejemplo, el sistema MELIPAL, un simulador de navegación por radar [1], [3] que funciona exclusivamente sobre una red de PCs fue desarrollado desde cero en solo seis meses de trabajo, o el sistema que se presenta en este trabajo que modela el periscopio de un submarino que fue implementado en un lapso similar.

El caso que nos interesa en este trabajo es el desarrollo de un simulador de periscopio de submarino denominado SIPER, que permite distintas condiciones ambientales y de operación. Resumimos a continuación tanto las características del sistema implementado como los efectos y funcionalidad que se ha incorporado.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

La operación de un submarino involucra el manejo de unos pocos instrumentos, tales como sonar pasivo, sonar activo, control de profundidad, controles de timón y planos, control de potencia de motores y por supuesto, del periscopio. En la Escuela de Submarinos y Buceo de la Armada existe un simulador de submarino, llamado ADITACSUB, que en su gran mayoría utiliza el mismo equipamiento que se encuentra en un submarino real (ver figura 1). Las señales que recibe cada uno de estos equipos son simuladas con computadoras, lográndose un grado de realismo aceptable, con excepción del periscopio. Para este caso, el simulador utilizaba una representación esquemática y bidimensional sobre un monitor, que escasamente cumplía la función y por supuesto no aspiraba a tener algún grado de realismo.



Fig. 1: Vista del adiestrador ADITACSUB.

Como reemplazo de este módulo se adaptó un periscopio real de submarino (el mismo también puede ser visto en la figura 1), sustituyendo el visor y las ópticas por un casco de realidad virtual sobre el cual se proyecta un modelo de visualización tridimensional generado en tiempo real. Las operaciones y movimientos ejecutados sobre el periscopio son transformados en señales digitales e ingresados al simulador para realimentar el modelo visual. Estas operaciones son las siguientes:

- Giro de 360°.
- Cambio de ópticas (tres niveles de ampliación).
- Control de elevación entre -10° y 60°.
- Cambio de filtros (tres filtros para disminuir intensidad de luz recibida).
- Control de iluminación del retículo (permite iluminar el retículo para visión nocturna).
- Desfasaje del retículo estadimétrico (deshdobra la imagen con el objeto de estimar distancias).

Todas estas señales son colectadas e ingresadas a la computadora por los puertos serie y paralelo. Además, el sistema recibe desde la dirección del ejercicio (otra computadora) la ubicación y velocidad de los blancos (otros barcos y aeronaves presentes en el escenario) en cada momento. Esta información junto con las características asignadas al escenario (presencia de costa, estado de mar, dirección del viento, condiciones de visibilidad, condiciones climáticas y horario, entre otras), son los datos que precisa el sistema para definir la imagen que será enviada al casco en el periscopio (ver figura 2). Para que el efecto sea realista es preciso poder mantener un ritmo no inferior a 10 imágenes por segundo.

La figura 3 muestra el sistema en su etapa de desarrollo, con los lentes de realidad virtual ya montados sobre el periscopio, las conexiones que van al puerto paralelo y la computadora donde se realiza la simulación. La PC utilizada es un Athlon de 2GHz con una placa de video GeForce4 MX440 AGP8X y 512Mbytes de memoria a 333MHz.

Para la implementación de SIPER se utilizó la plataforma VRML y Java para la incorporación de las funcionalidades a la escena. Como *browser* VRML nos basamos en el provisto por CORTONA en su versión 4.1.

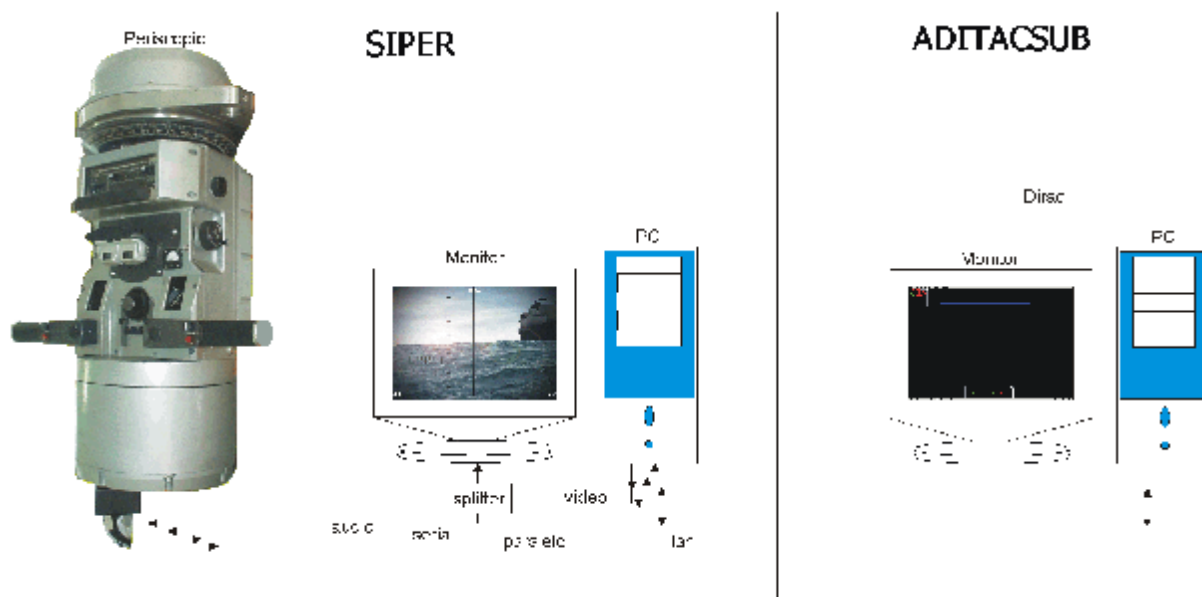


Fig. 2 Esquema de comunicación y envío de señales del sistema.

ELEMENTOS SIMULADOS

El modelo visual debía compatibilizar realismo con performance, por lo cual fue necesario recurrir a distinto tipo de trucos para conseguir los efectos deseados. A continuación se listan los requerimientos más importantes que se debieron tener en cuenta y una breve descripción sobre como fueron implementados:



Fig. 3: Hardware del sistema: Unidad de periscopio, lentes, conexiones llevando las 8 señales y computadora encargada de la simulación.

Oleaje: Se contemplaron cinco estados de mar con olas que van de los 10 cm a los 6 m. La misma se simuló con una superficie triangulada de 70 km de diámetro sobre la que se aplican una textura móvil. Esta superficie no es un plano sino un casco esférico para tener en cuenta la curvatura de la tierra, y como puede observarse en la figura 4, ha sido generada en forma adaptada para tener elementos pequeños cerca del centro (posición donde siempre está el periscopio) y grandes en el horizonte. La relación de tamaños entre los elementos más chicos y los más grandes es de 1/10000.

Los puntos de esta triangulación deben desplazarse en sentido vertical a un ritmo de 10 veces por segundo para simular la forma de las olas.

Barcos: Se trata de modelos tridimensionales para los cuales se trató de utilizar menos de 10000 polígonos en cada uno, ya que los mismos deben ser desplazados (movimiento propio) y rotados (rolido y cabeceo) al ritmo de diez veces por segundo. El sistema soporta hasta 15 blancos en la escena.

Aeronaves: Se incorporaron aviones y helicópteros con un criterio similar al de los barcos. En este caso no se tiene el movimiento de rolido y cabeceo, pero si el de las hélices.

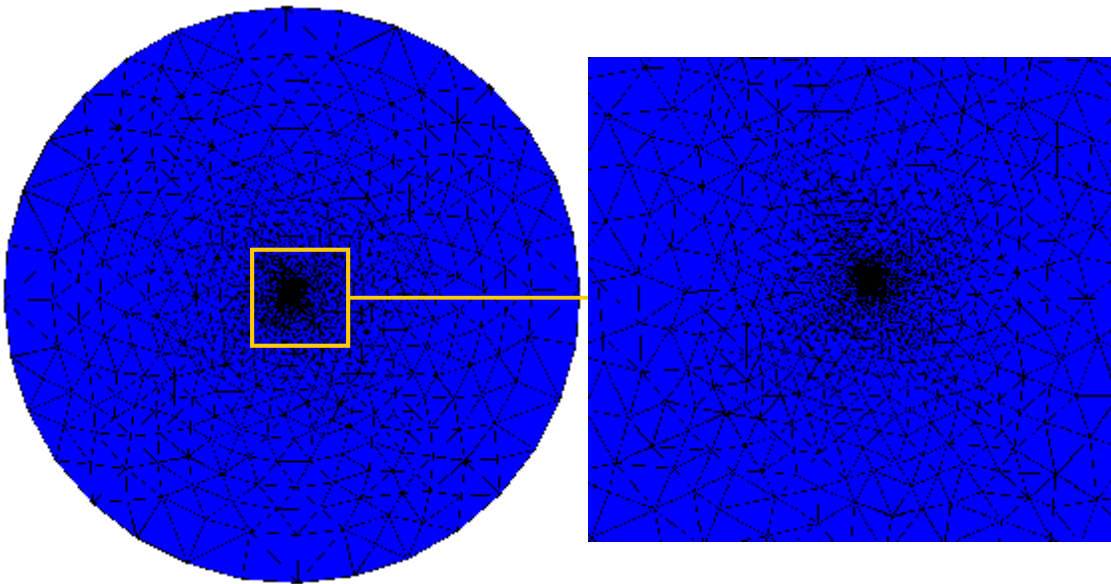


Fig. 4 Discretización utilizada para modelar el agua.

Bigote y estela: Se trata del agua que la embarcación levanta en la proa del barco y luego deja en forma de espuma por detrás. Representa un factor importante para esta aplicación, ya que el tamaño del bigote se utiliza para estimar velocidades. El mismo fue modelado con una superficie móvil con forma de oleaje, cuya amplitud está sincronizada con el cabeceo del barco y sobre la que se mapeo una textura (ver figura 5).

Costas: Un submarino no puede acercarse demasiado a la costa ya que para operar requiere de profundidades superiores a los 30 m. Esto permite una representación muy económica de la misma que consiste en mapear una foto de la costa real a modo de textura sobre un polígono ubicado a la distancia correcta.



Fig. 5: Representación del bigote para un destructor que se desplaza a muy alta velocidad.

Desfasaje del retículo estadimétrico: Esta función se utiliza para medir distancias y consiste en desfasar las ópticas creando una doble imagen superpuesta. Dada la altura del blanco que se supone conocida y se ingresa desde el periscopio y el ángulo desfasado, es posible calcular la distancia. Para simular este desfasaje se debió duplicar a todos los objetos de la escena y se los representa rotados y con un cierto grado de transparencia (ver figura 6).

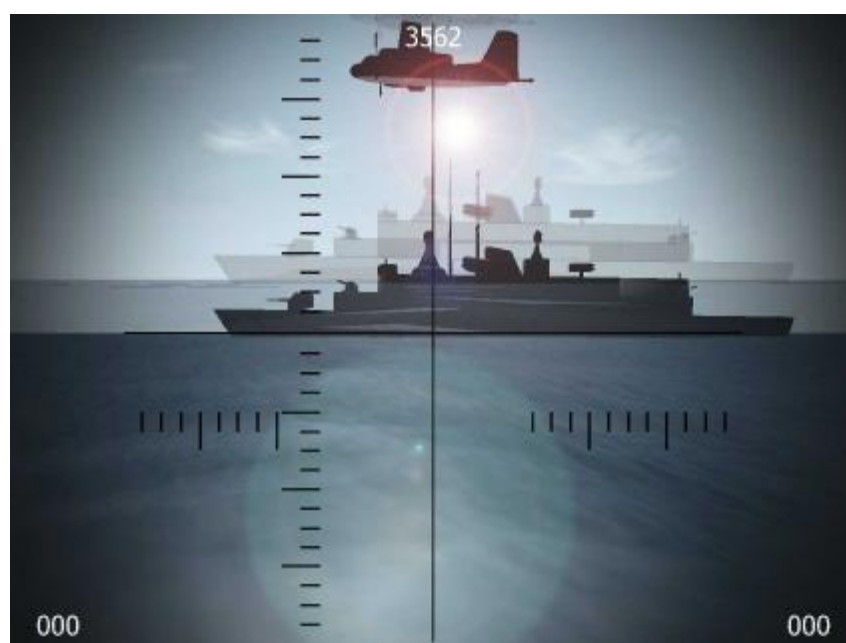


Fig. 6: Imagen desfasada para estimar distancias.

Lluvia, nieve y granizo: Estos efectos fueron incorporados como texturas móviles y translúcidas mapeadas a un polígono colocado frente a la cámara.

Agua contra la calota: Al subir el periscopio o cuando una ola impacta contra el mismo, se produce un escurrimiento de agua frente a la cámara. Este escurrimiento se simula en forma similar a la lluvia, pero se activa solamente cuando el periscopio aflora del agua y durante solo tres segundos.

Cielo: Se consideran distintos estados de cielo: despejado, parcialmente nublado o totalmente nublado. Las nubes son desplazadas en la dirección del viento. Este efecto se logra mediante

imágenes mapeadas a los polígonos utilizados como *background*, las cuales son trasladadas según el viento. También se ha representado al sol para el caso de días despejados o a la luna y las estrellas en el caso nocturno. Se ha prestado especial atención a los contraluces (como el que se observa en la figura 7) y a los efectos que los mismos producen sobre las ópticas.



Fig. 7: Una escena del simulador.

Corresponde a un contraluz con estado de mar 2 (relativamente calmo), un cielo parcialmente nublado y con la presencia cercana de un destructor.

El sistema así implementado requirió dos ajustes: por un lado la información con la posición de los blancos en la escena es enviada por la dirección del ejercicio una vez por segundo. En general las embarcaciones no presentan grandes desplazamientos en un lapso de tiempo tan corto, pero bajo ciertas circunstancias, tales como navíos cercanos con velocidades importantes o vistos con ampliación, se observaba un salto no deseado. La situación por supuesto es más grave con las aeronaves. Dado que no era posible reducir este intervalo a menos de 0.5 segundos por problemas de sobrecarga de la red, se optó por trabajar un paso de tiempo atrasado e interpolar internamente entre dos posiciones cada 0.1 segundo. El otro problema es el alto costo computacional del modelo de agua implementado. La dificultad radica en que los puntos de la superficie son desplazados cada 0.1 segundos, con lo cual se cambian las normales de cada triángulo exigiendo un recálculo completo (esto no ocurre con el resto de los objetos de la escena aunque se desplacen, ya que lo hacen en forma rígida). Además el mapeo de la textura también debe ser realizado en forma completa para cada intervalo de tiempo. Por este motivo debió utilizarse la superficie fuertemente adaptada de la figura 3 y reducir el número de polígonos a solo 3500.

CONCLUSIONES

Se consiguió desarrollar un ambiente de realidad virtual en el cual pueden entrenarse operarios en condiciones prácticamente idénticas a la realidad. Utilizando equipamiento de muy bajo costo y herramientas de software modernas, se simuló en tiempo real las imágenes de un escenario tridimensional que se corresponden con lo que debería observar el operador de un periscopio de submarino. El sistema ha sido instalado en la Escuela de Submarinos y Buceo de la Armada y según las referencias obtenidas hasta ahora el modelo implementado tiene un grado de realismo con calidad de imagen superior a los mejores productos conocidos.

La plataforma de software utilizada, VRML – Java, fue una elección con cierto riesgo, ya que se trataba de una aplicación con elementos de tiempo real y restricciones de calidad importantes. Sin embargo permitió un rápido desarrollo (se tratan de lenguajes del más alto nivel) y se logró cumplir con los requerimientos.

REFERENCIAS

1. **I. Otheguy, M. Soriano, G. Boroni, M. Vénere**, *Simulación en tiempo real de un radar de barrido horizontal*. First South American Congress on Computational Mechanics, MECOM 2002, Santa Fé, 2002.
2. **Gallangeher, AG.**, *Virtual reality training in laparoscopic surgery: a preliminary assessment of minimally invasive surgical trainer virtual reality*. (MIST VR), Endoscopy 1999, May, 31 (4), pp. 310-313.
3. **G. Boroni, M. Vénere**, *Un simulador distribuido para entrenamiento de operarios*. VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2002, Buenos Aires, 2002.